



**geosofía**  
SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

**Aporte concreto de un SIG a la toma de decisiones:**

**Técnicas aplicadas en un sistema de  
transporte público de pasajeros**

AUS. Alejandro Kohen

**Día del SIG 2008 – ARGENTINA – 19 de Noviembre**



**Descripción:** Este trabajo muestra como se implementa un Sistema de Información Geográfica para un estudio de transporte de gran escala. El mismo abarca desde la recolección de datos (datos GPS, conteos de pasajeros, encuestas a los usuarios, etc.), hasta los indicadores finales para la toma de decisiones. En el transcurso se comentará las técnicas y procedimientos mediante las cuales se obtienen a partir de datos espaciales y alfanuméricos dichos indicadores, enfatizando el rol jugado por el SIG.



Esta charla se base en el trabajo realizado en el marco de la obra INTRUPUBA (Investigación de Transporte Público Urbano del área Metropolitana de Buenos Aires). Las empresas que lo realizaron fueron Ecotransporte, Geosofía, ShowPosition y el Instituto de Transporte de la Universidad Nacional de Rosario.



La INTRUPUBA abarcó exclusivamente una investigación de los modos públicos de transporte, priorizados por cuestiones de índole social, ya que son utilizados por los sectores de menores ingresos para realizar sus desplazamientos diarios, y por tratarse de servicios en los que esta Secretaría tiene intervención y atribuciones, a través de regulaciones y subsidios.

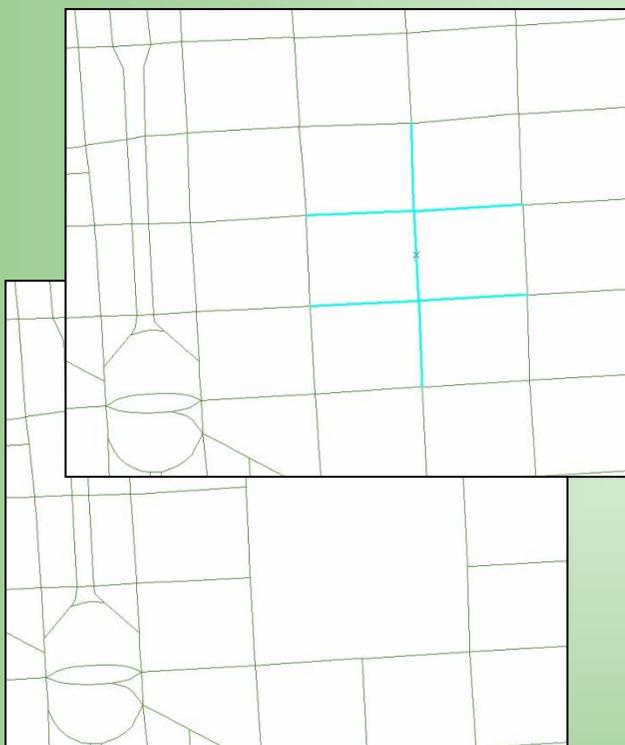
La Investigación se realizó sobre la totalidad de los modos de transporte público de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA): trenes, subterráneo, premetro y colectivos de jurisdicción nacional, provincial y comunal.

El estudio fue realizado desde el año 2006 hasta fines de 2007.

# **Descripción General de las tareas realizadas en el marco de la obra de INTRUPUBA**

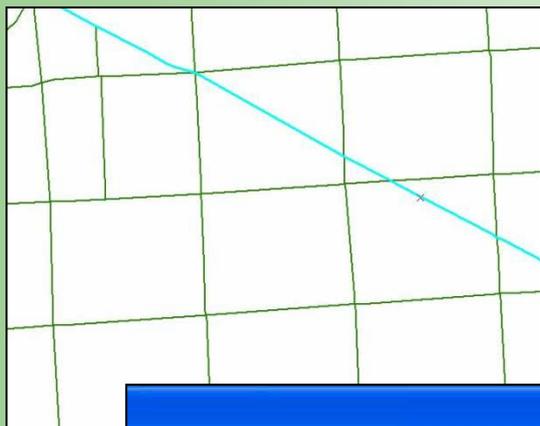
# I. Saneamiento y corrección de la cartografía

## Corrección cartográfica



- Se trabajó con los ejes de calle del AMBA provenientes de la Secretaría de Transporte
- Se procedió a completar la cartografía existente mediante distintas fuentes:
  - Fotografías aéreas
  - Imágenes satelitales
  - Otra cartografía existente
- Se quitaron ejes erróneos
- Se editaron los nodos para asegurar la conectividad de la red vial

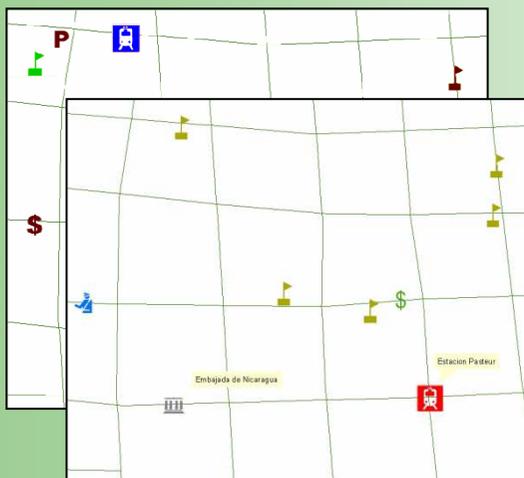
# Corrección de información alfanumérica



- Se completaron los nombres de calles inexistentes
- Se agregaron nombres de calles antiguos o nuevos, sin perder la información anterior
- Se unificaron las nomenclaturas de nombres para encontrar inequívocamente cada calle
- Se cargaron y corrigieron las alturas de calle

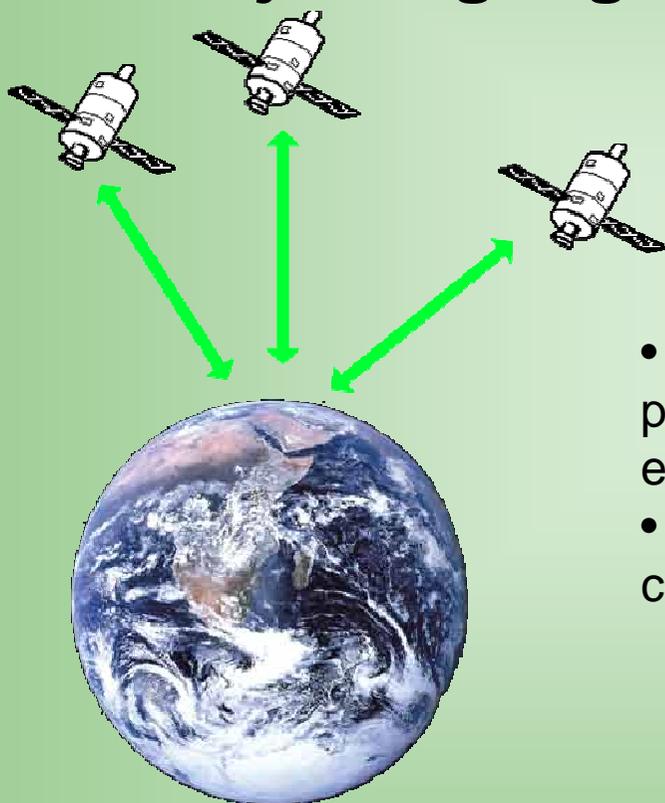
Nombre 1	Alternativo
SSEL	<Null>
AVEDRA	<Null>
ENZ	<Null>
S SAENZ PEÑA	<Null>
QUE SAENZ PEÑA	DIAGONAL NORTE
SELMO SAENZ VALIENTE	<Null>
AN PABLO SAENZ VALIENTE	<Null>

## Inclusión de hitos o puntos atractores



- Se cargaron hitos (escuelas, cementerios, teatros, hospitales, comisarias, plazas, shoppings) para favorecer la ubicación de puntos por parte del encuestador
- Las fuentes de los hitos fueron:
  - Internet
  - Guías
  - Organismos oficiales (secretarías, municipios, etc.)
  - Conocimiento popular
- Se categorizaron según su importancia

## Ajuste geográfico de la cartografía



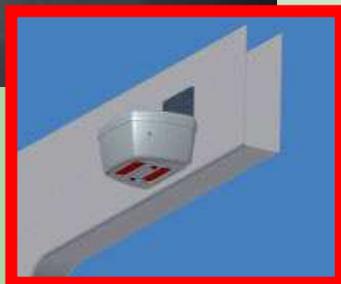
- Se tomaron alrededor de 350 puntos identificables, distribuidos en todo el AMBA
- Se utilizaron equipos de GPS con corrección diferencial

## **II. Toma de datos con los equipos de GPS y contadores de pasajeros**

## Conteo de pasajeros

- Se relevaron 14.387 vehículos del parque automotor de jurisdicción nacional, provincial y comunal
- Equipos por colectivo/día: 15.000
- Total de equipos a disposición: 160
- Se realizaron conteos de la totalidad de los pasajeros ascendidos y aproximadamente del 75% de los descendidos
- Se usaron equipos con sensores cuenta personas, georreferenciados mediante la utilización de GPS y registrando esta información como así también la fecha, hora y minuto de referencia en las computadoras de a bordo para su posterior análisis

## Descripción del equipamiento utilizado



### **Módulo Contador de pasajeros**

- Basado en sensores compactos bi-direccionales infrarrojos instalados en la parte superior de las puertas
- La información entregada por los sensores es procesada con un algoritmo almacenado en el módulo lógico y de interfaz del dispositivo y se asocia a un punto devuelto por el GPS

## Descripción del equipamiento utilizado



### Unidad de procesamiento y GPS

- Es un equipo diseñado para registrar periódicamente la posición, velocidad y otros datos del vehículo.
- Los datos se almacenan en la memoria interna y pueden ser descargados mediante una interfaz inalámbrica de radio.
- La antena GPS es de montaje externo, mientras que la antena del transceptor inalámbrico está incluida en el interior de la unidad básica.

## **III. Toma de encuestas en medios de transporte**



- Se utilizó una tecnología de *Personal Digital Assistant*
- La PDA utilizó 4 tipos distintos de formas de ingreso de datos:
  - De ingreso libre.
  - Menús Fijos o Desplegables.
  - Menús de Opciones.
  - Búsqueda en base de datos geográfica.
- Se utilizó un diseño del software específico para el tipo de aplicación, lo cual permite integrar el ingreso de datos propios de la encuesta con datos para geocodificarla.



- Se tomaron 550.000 encuestas.
- Las mismas se realizaron en:
  - 5 líneas de subterráneo y el premetro
  - 8 líneas de tren del AMBA
  - 308 líneas de colectivo (132 nacionales, 114 provinciales, 62 municipales), esto suma más de 1.000 ramales distintos.
- Se utilizó un staff de 100 encuestadores diarios con su respectiva PDA
- Se contó con un supervisor por cada 10 encuestadores, cada uno con su respectiva notebook

## **IV. Pasaje de datos de la PDA al sistema de Geocodificación**



PDA del encuestador



Concentración de datos  
en la PC del supervisor

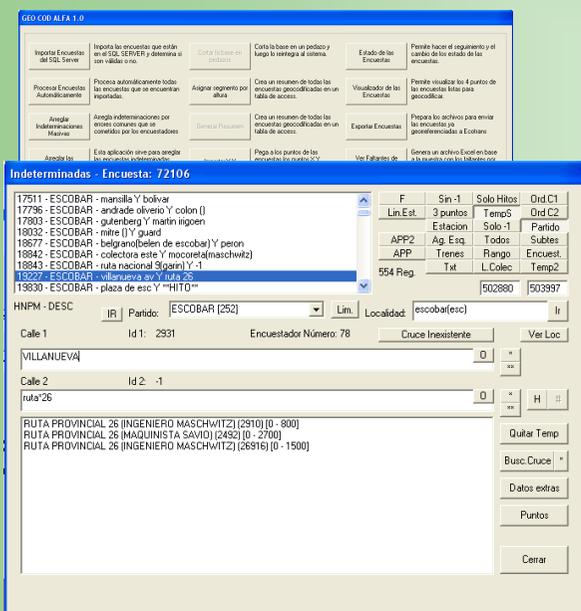


Traspaso al  
servidor de datos



# V. Geocodificación

Día del SIG 2008 – ARGENTINA – 19 de Noviembre



- Se desarrollo un aplicativo a medida para realizar la geocodificación
- Se procesan los datos cargados en las PDA para geocodificar los puntos de las encuestas masivamente.
- Las encuestas pueden no geocodificarse automáticamente por los siguientes motivos:
  - No se cargaron correctamente los nombres de las calles
  - La dirección es correcta, pero está mal cargado el partido
  - No existe la dirección grabada
  - No existe el hito cargado
- Las encuestas restantes se geocodifican manualmente

Nombre 1	Alternativo
SSEL	<Null>
AVEDRA	<Null>
ENZ	<Null>
S SAENZ PEÑA	<Null>
QUE SAENZ PEÑA	DIAGONAL NORTE
SELMO SAENZ VALDES	<Null>
AN PABLO SAENZ	<Null>



- La geocodificación produce un proceso iterativo de corrección y completamiento de la base cartográfica
- Los datos obtenidos del campo retroalimentan a la base cartográfica en el agregado de hitos o nombres antiguos de calles
- Periódicamente se vuelve a cargar la PDA con los nuevos datos obtenidos en campo

## **VI. Validación espacial**



- Se diseñaron distintos criterios de validación espacial
- Se toma en cuenta que el viaje sea “posible”
- Se valida la subida y bajada de la encuesta con las cuadras caminadas y los trazados de los medios de transporte utilizados
- Las encuestas que no pasan la validación son regeocodificadas de ser posible. De lo contrario se descartan por inconsistentes



- Las tareas de validación también contemplan las distintas etapas del viaje
- Se tiene en cuenta que sea factible pasar de una etapa a la otra del viaje
- También se verifica que el viaje tenga un sentido lógico sin tener la necesidad de ser óptimo

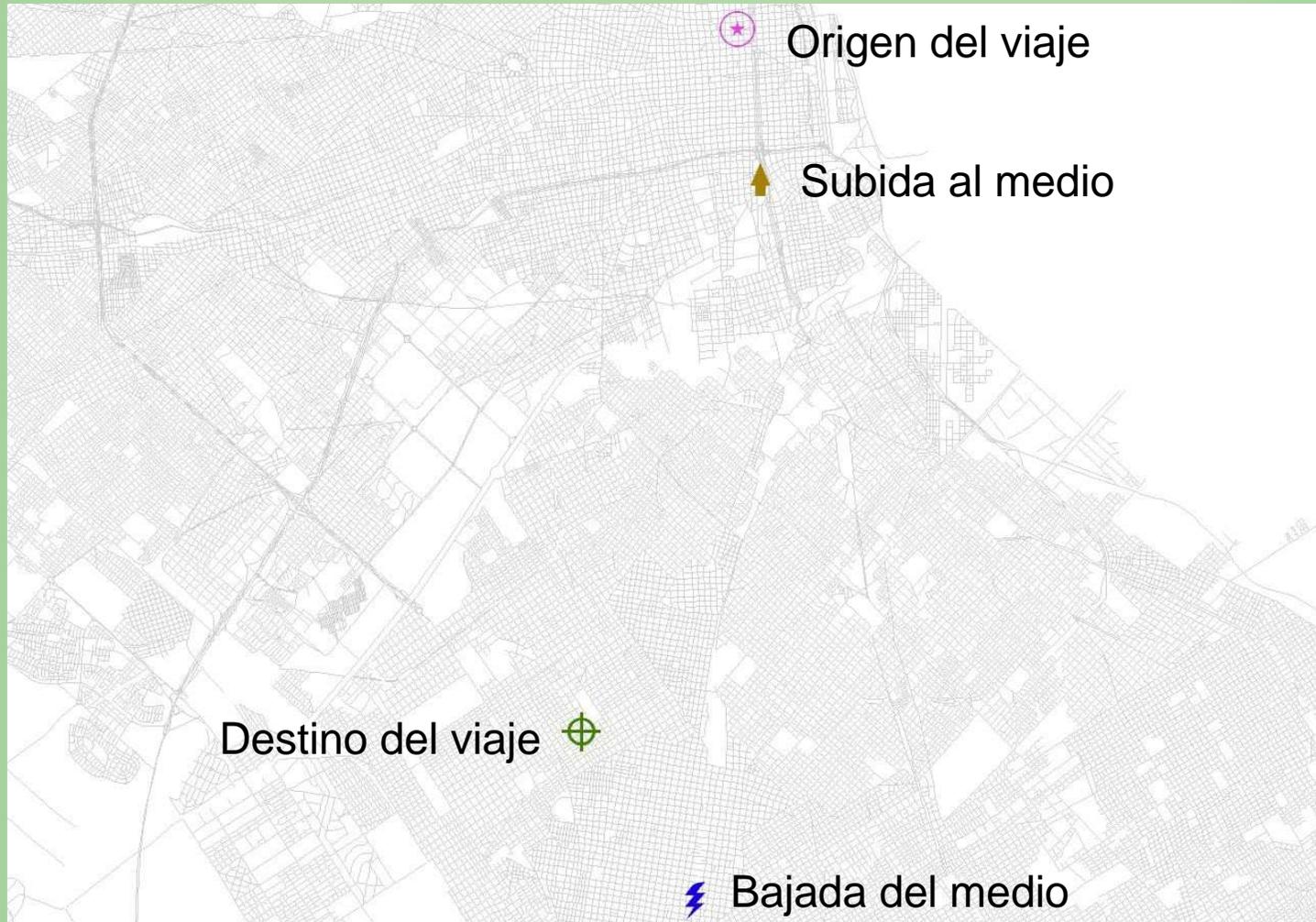
# **Ejemplos de viajes**

**Día del SIG 2008 – ARGENTINA – 19 de Noviembre**

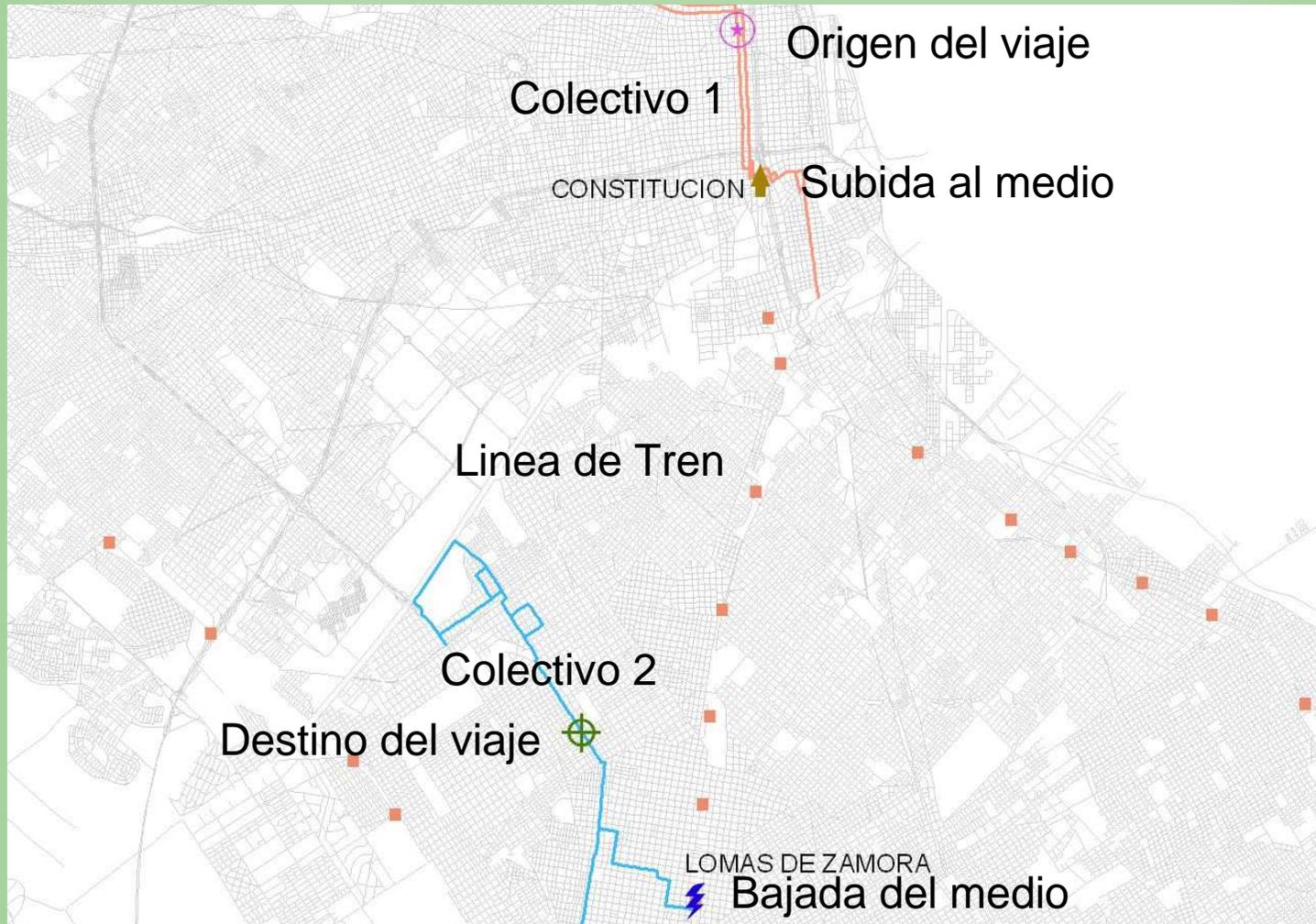
# Viaje correcto simple



# Viaje correcto multi – etapa (1)



## Viaje correcto multi – etapa (2)



## **VII. Obtención de resultados**

## Principales resultados obtenidos

- Trazados de todos los recorridos de APP
- Identificación completa de todos los servicios de transporte público de pasajeros de la región (empresa, línea, ramal, sentido de circulación, cobertura geográfica);
- Secciones tarifarias de pertenencia
- Cantidad de servicios por hora y por período de modelación
- Tiempos medios y velocidades medias de los viajes
- Cantidad de paradas existentes y cantidad promedio de detenciones por paradas realizadas
- Cantidad total y promedio de pasajeros ascendidos y descendidos por vehículo.
- Cantidad promedio de pasajeros ascendidos y descendidos por parada;
- Estimación de la cantidad de pasajeros a bordo y estimación de la ocupación

## Modo de presentación de los datos

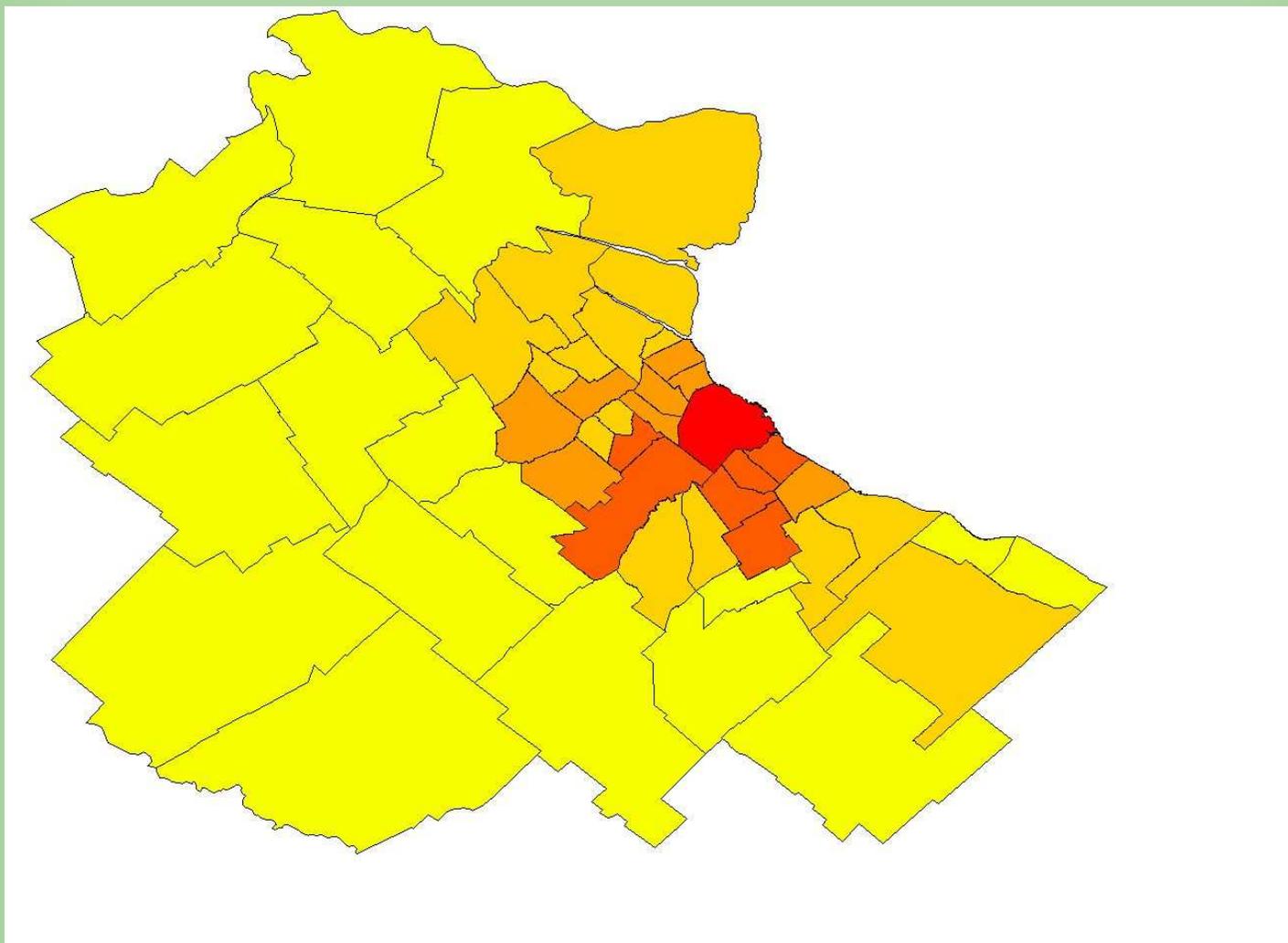
- Se confeccionan las matrices origen destino en distintos formatos:
  - Por partidos
  - Por localidades
  - Por radio censal del INDEC
  - Por una cuadrícula fija de 1 km<sup>2</sup>
  - Entre grandes atractores de pasajeros

## Uso futuros de los datos

- Evaluar distintos escenarios de planificación
- Cuantificar los beneficios asociados a un plan determinado o intervención futura
- Disponer de un marco de referencia para estudios posteriores
- Disponer de información para estudios locales, modales, específicos
- Brindar acceso público de los resultados a través de la página Web
- El estudio tiene previsto la actualización permanente de los datos

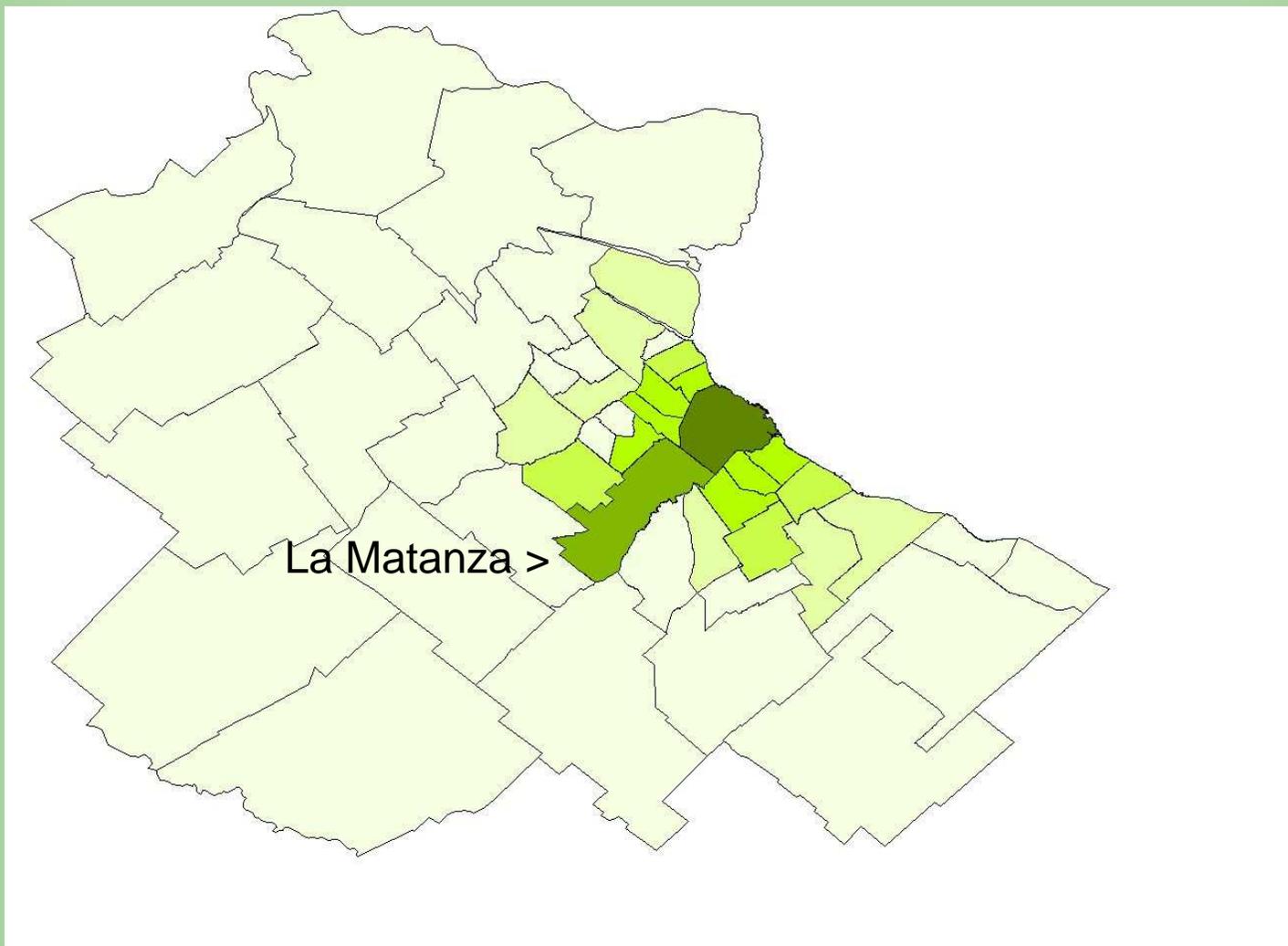
# **Ejemplos de resultados concretos**

# Origenes por partido

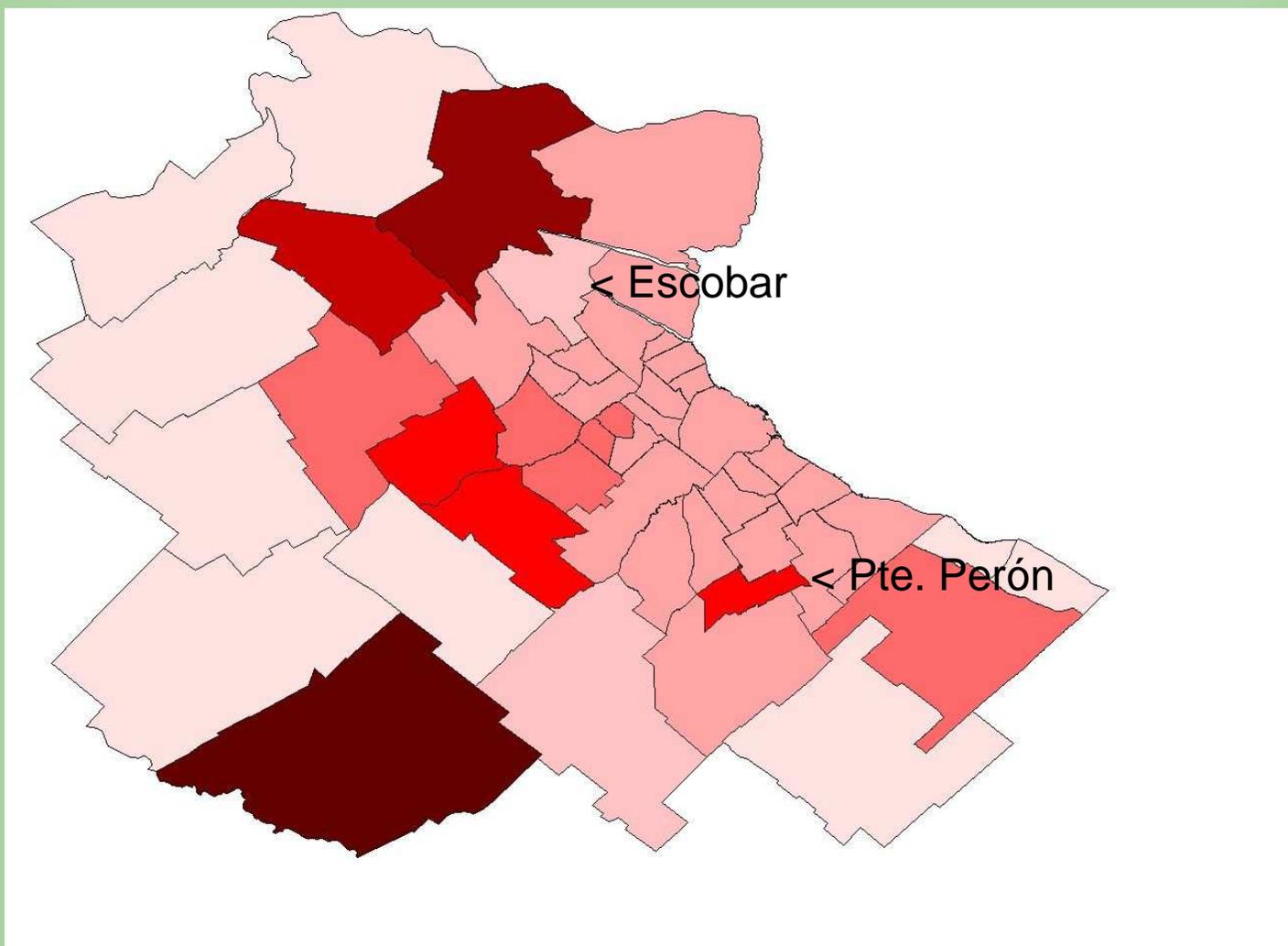


Día del SIG 2008 – ARGENTINA – 19 de Noviembre

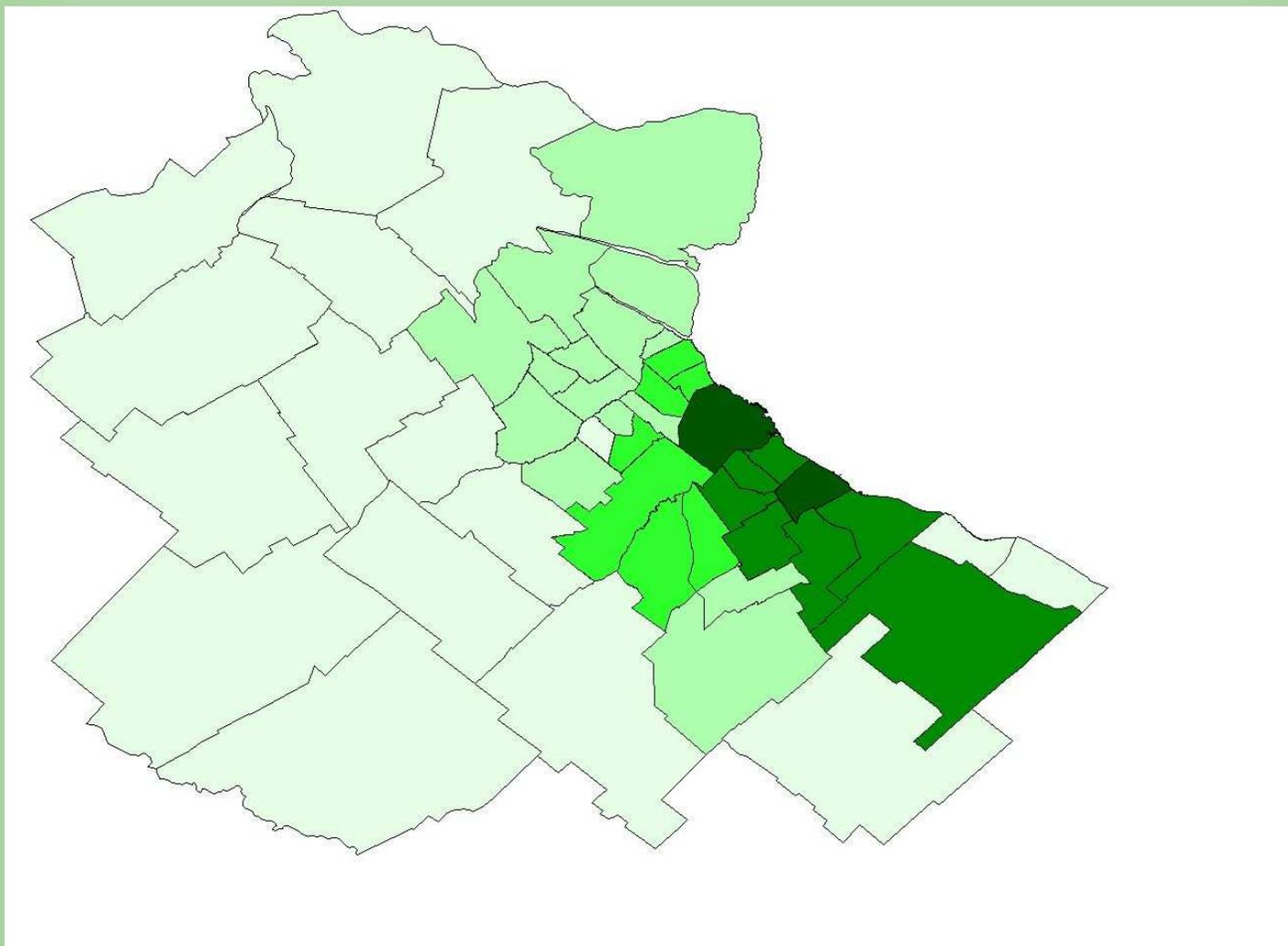
## Destinos con origen en capital



# Promedio de etapas por viaje



# Destinos con origen en Quilmes



Día del SIG 2008 – ARGENTINA – 19 de Noviembre

## Mención de gente valiosa que participó en el proyecto

Mónica Vanucci

Daniel Milasi

Daniel Lodola

Ricardo Sicra

Gastón Naya

Alejandro Sicra

General Group S.R.L

Ariel Fabián

Jorge García

Francisco Imperatore

Claudio Freijedo

Hernán Van Messem

Roberto Comito

Guillermo Murano

Nicolás Rizzo

Agrim Carlos Piñero

Esteban Kohen

AUS Alejandro Kohen

Martín Ancarola

Ing José Adjiman

Dra Alicia Picco

Ing Nilda Closi

Ing. Santiago Tazzioli

AUS Pablo Moyano

Ing Alejandra Ferreyra

CPN Alicia Marchese

Ing. Liliana Zeoli

M. Florencia Alvarez Picco

Aníbal Bigoglio

Ignacio Echevarría

Guillermo Rossi

Grupo de Trabajo para la Planificación del Transporte del Área Metropolitana de Buenos Aires  
(PLATAMBA) Secretaría de Transporte



**Gracias por la atención**

**Podes bajar la presentación de [www.geosofia.net](http://www.geosofia.net)**

AUS. Alejandro Kohen



**Día del SIG 2008 – ARGENTINA – 19 de Noviembre**